[AUS DEM HYGIENISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT BERLIN.]

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER NEUERE METHODEN DER LICHTPRÜFUNG IN SCHULEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

KÖNIGLICHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

VORGELEGT

VON

DR. PHIL. KARL FRANZ
AUS NICOLAUSBERG BEI GÖTTINGEN.

TAG DER PROMOTION 11. FEBRUAR 1911.

LEIPZIG,
VEIT & COMP.
1911.

231

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Flügge.

Diese Arbeit erscheint in der
„Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten“. Bd. LXVIII.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig

DEM ANDENKEN

MEINES VATERS

GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535712_0147

Einleitung.

Die Untersuchungen über den Grad der Belichtung von Arbeitsplätzen spielen besonders für Schulen eine große Rolle, weil durch eine unzureichende Beleuchtung die Sehorgane der Schulkinder mehr oder minder schwere organische und funktionelle Schädigungen erfahren, von denen die mit dem Namen der Schulmyopie bezeichnete pathologische Veränderung des Augenhintergrundes eine der bekanntesten ist. In dem Ministerialerlaß vom 15. November 1895 über Bau und Einrichtung ländlicher Schulen wird zur Vermeidung von Schädigungen der Augen folgendes[1] bestimmt: „Die Fläche der Fenster soll, im lichten Mauerwerk gemessen, mindestens gleich $^1/_5$ der Bodenfläche des Schulzimmers sein." Während für die Begutachtung von Bauprojekten und von im Bau befindlichen Gebäuden die Bestimmung des Öffnungswinkels, des oberen Einfallswinkels und der Breite der lichtgebenden Fensterfläche genügt, kommen für die Begutachtung von fertigen Gebäuden zwei Kategorien von Untersuchungsmethoden in Betracht:[2] erstens solche, welche die Belichtungsverhältnisse eines Arbeitsplatzes ermitteln, zweitens solche, welche die momentan auf einem Platze vorhandene Helligkeit bestimmen. Durch die erste Art der Untersuchung wird festgestellt, ob bei durchschnittlicher Himmelshellig-

---

[1] Schlockow, *Der Kreisarzt.* 1906. 6. Aufl. Bd. I. S. 276.

[2] Flügge, *Grundriß der Hygiene.* 1908. 6. Aufl. S. 355.

keit eine hinreichende Beleuchtung eines Arbeitsplatzes erwartet werden darf, während durch eine Untersuchung der zweiten Art nur die zur Zeit der Beobachtung vorhandene Platzhelligkeit gemessen wird. Es ist demnach wichtig, das für einen Platz erforderliche Minimum der Helligkeit kennen zu lernen. Vielfache Proben[1] haben ergeben, daß für Lesen, Schreiben und zahlreiche andere die Augen anstrengende Beschäftigungen eine Helligkeit des Arbeitsplatzes von ungefähr 10 M. K., gemessen in der roten Quote des Tageslichts, d. h. von ungefähr 25 M. K. im weißen Tageslicht erforderlich ist. Über dieses zuerst von Cohn geforderte Minimum der Platzhelligkeit bestehen unter den Hygienikern fast gar keine Meinungsverschiedenheiten, von entgegenstehenden Ansichten wäre höchstens die von Prausnitz[2] zu erwähnen, der für Schulzimmer eine durchschnittliche Beleuchtung von 7 bis 8 M. K. für ausreichend hält. Dagegen gehen in der Frage der Notwendigkeit einer direkten Himmelsbeleuchtung die Ansichten der Autoren auseinander: Cohn, Flügge, Förster, M. Kirchner, Moritz, Rübner u. a. halten die Plätze ohne direkte Himmelsbeleuchtung für ungenügend beleuchtet, Erismann und Gilbert stehen auf dem Standpunkt, daß auch bei solchen Plätzen die Möglichkeit einer ausreichenden Beleuchtung nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen sei.

In die Gruppe derjenigen Untersuchungsmethoden, durch welche die Beleuchtungsverhältnisse eines Platzes ermittelt werden, gehören folgende Methoden und Apparate:[3] 1. Bestimmung der Himmelslichtgrenze mittels eines Taschenspiegels nach Flügge und der Grenze des oberen Einfallswinkels von 27°. 2. Raumwinkelmesser nach Weber. 3. Beleuchtungsprüfer nach Thorner. 4. Himmelsflächenmesser nach Moritz. 5. Raumwinkelmesser nach Pleier. 6. Bestimmung des Öffnungs- und Einfallswinkels nach Foerster. 7. Modifizierter Moritzscher Apparat nach Weber.

In die Gruppe der Apparate, mittels deren Momentanbestimmungen ausgeführt werden, sind zu rechnen: 1. Photometer nach Weber. 2. Flächenhelligkeitsmesser nach Krüss. 3. Helligkeitsprüfer nach Wingen.[4] 4. Wingens photochemische Methode.[4] 5. Lichtprüfer nach Pfeiffer.[4] 6. Lichtprüfer nach Cohn.

Von diesen sind besonders die beiden ersten, der erstere für größere Messungen, der andere für Schulzwecke sehr zu empfehlen, da sie exakt

---

[1] Flügge, a. a. O. S. 352.

[2] Prausnitz, *Grundzüge der Hygiene.* 7. Aufl. 1905.

[3] Ficker, *Fortschritte der Schulhygiene.* Nach den Vorführungen auf der Deutschen Unterrichtsausstellung zu Brüssel 1910.

[4] Wolpert, Die Tageslichtmessung in Schulen. *Klin. Jahrb.* 1904. XII.

arbeiten. Auf diese und die anderen Photometer indessen näher einzugehen, geht über den Rahmen meiner Arbeit hinaus.

Während man früher auch für Schuluntersuchungen die Messungen mit dem Photometer bevorzugte, weil man glaubte, allein mit ihrer Hilfe zu sicheren Resultaten gelangen zu können, was bei einer einzigen Messung ebenso irrig wäre, als wenn man glauben würde, nur mit einer einzigen Thermometerablesung die Temperatur eines Ortes bestimmen zu können, hat man in den letzten Jahren immer mehr den Wert der Methoden der ersten Kategorie erkannt und sie mit großem Geschick durchaus zutreffend und überzeugend in Parallele mit der Methode der Wasseruntersuchung eines Brunnens gestellt.[1] Auch hier genügt es nicht, durch eine einzige chemisch-bakteriologische Untersuchung einer Probe des verdächtigen Wassers die Schädlichkeit desselben definitiv festzustellen, vielmehr ist es erforderlich, sich an Ort und Stelle zu begeben und durch Inspektion der Lage des Brunnens und seiner Umgebung zu untersuchen, ob unter ungünstigen Verhältnissen eine Verseuchung oder die Gesundheit gefährdende schlechte Beschaffenheit des Wassers eintreten kann. Vor allem verdient die Methode der Bestimmung der Himmelslichtgrenze und der Grenze des oberen Einfallswinkels von 27° deshalb die größte Beachtung, weil man mit ihrer Hilfe imstande ist, einerseits noch nicht fertiggestellte Gebäude an der Hand ihrer Baupläne zu begutachten und durch Anordnung von Änderungen die Beleuchtung der Zimmer zu verbessern, andererseits bei fertigen Gebäuden zahlreiche Plätze ohne weiteres als ungenügend beleuchtend zu eliminieren. Man verfährt dabei in der Weise, daß man zunächst mit Hilfe eines Taschenspiegels die Himmelslichtgrenze markiert und dann auf den Tischen diejenigen Punkte bezeichnet, welche gemäß der Forderung $h = 2b$ um die doppelte Fensterhöhe vom Fenster entfernt sind, worauf man noch zur Sicherheit um $^1/_5$ dieser Entfernung an das Fenster herangehen kann, was meistens etwa 1 m ausmachen wird, dann erhalten alle jenseits dieser Linie gelegenen Plätze zu schräges Licht und sind deshalb ungünstig belichtet.

Sowohl bei diesem als auch bei dem angegebenen Försterschen Verfahren, die beide entweder vor dem Bau oder bei Neubauten von Schulen nur bei gleicher Fensterbreite angewandt zu werden pflegen, weil bei ihnen die fast die eine ganze Seite des Zimmers einnehmende Fensterbreite vernachlässigt werden kann, handelt es sich im wesentlichen um eine approximative Bestimmung des von einem Platz aus sichtbaren Stückes des Himmelsgewölbes und des Einfallswinkels, unter welchem

[1] Reichenbach, Zur Frage der Tageslichtmessung. *Ebenda.* 1905. XIV. S. 327.

die einzelnen Teile dieses Stückes erscheinen, die genaue Bestimmung dieser beiden Größen ist jedoch nicht ihr Zweck. Eine genauere Bestimmung ist vielmehr möglich mit dem von Weber[1] im Jahre 1884 konstruierten Raumwinkelmesser, durch welchen mittels einer verschiebbaren Linse auf eine in kleine Quadrate geteilte Papierfläche ein verkleinertes, scharfes Bild des ganzen in Betracht kommenden Stückes des Himmelsgewölbes, des sog. Raumwinkels, erzeugt wird. Weber hat die halbe Himmelskugel in 20626 Quadratgrade geteilt, welche sich bei der Projektion auf die Horizontalebene auf 10313 Quadratgrade reduzieren. Die Anzahl der mit diesem Apparat gemessenen Quadratgrade hat man den Raumwinkel des betreffenden Platzes genannt, und die Anzahl der reduzierten Quadratgrade, die man durch Multiplikation mit dem Sinus des an dem Apparat ablesbaren Neigungswinkels der Papierfläche erhält, hat den Namen des reduzierten Raumwinkels erhalten und heißt im Gegensatz zur absoluten Helligkeit die relative oder spezifische Helligkeit des Platzes. Doch haften diesem Apparat im wesentlichen zwei Fehler an: erstens wird das durch die Linse erzeugte, dem sichtbaren Stück Himmel ähnliche Bild in mehr oder minder großer Höhe über dem in Frage kommenden Arbeitsplatze entworfen, und zweitens ist das Bild zu reduzieren, was die Anwendung eines mittleren Einfallswinkels erforderlich macht, dessen Einführung stets hinsichtlich der Größe der berechneten Quadrate Ungenauigkeiten im Gefolge hat.

Moritz[2] weist auf Grund eines einfachen Integrationsverfahrens, wobei er die Integration über einen Kreisbogen erstreckt, nach, daß Webers mittlerer Neigungswinkel stets einen zu großen Wert annimmt, der allerdings für die Praxis nicht ins Gewicht fällt. Er sagt an der zitierten Stelle: „Dieses Abschätzen der mittleren Neigung bildet eine ergiebig fließende Fehlerquelle bei den Messungen mit dem Weberschen Instrument; derselben gesellt sich die Störung hinzu, die durch die Notwendigkeit der Linsenverschiebung bei verschiedenen Abständen vom Fenster verursacht wird, und die eine rechnerische Korrektur nötig macht; hinzu kommt ferner die Ungenauigkeit beim Ablesen des Winkels, das natürlich nicht auf Minuten genau geschehen kann; ferner die Ungenauigkeit der Umgrenzung der Himmelsbilder, welche entstehen, wenn das Fenster nahe, die gegenüberliegenden Gebäude, Bäume und dgl. relativ fern von der Linse sich befinden, und endlich die sehr unbequeme Notwendigkeit, bei großer Nähe des abzuschätzenden Fensterstücks dieses in

---

[1] Weber, *Zeitschr. f. Instrumentenkunde.* 1884. S. 343.

[2] Moritz, Über die Tagesbeleuchtung der Schulzimmer. *Klin. Jahrb.* 1905. XIV. S. 100—102.

mehrere nacheinander in Angriff zu nehmende Teile zu zerlegen.“ Schließlich gibt Moritz sein Urteil über den Weberschen Raumwinkelmesser zusammenfassend dahin ab: „Ich hatte beim Studium der Weberschen Arbeit das Gefühl, daß Weber einen an sich richtigen und fruchtbaren Gedanken nicht bis in seine letzten Konsequenzen verfolgt hat.“ Er gelangt dann auf Grund seiner Erwägungen zur Konstruktion des Himmelsflächenmessers, dessen Prinzipien von Weber zur Verbesserung seines Raumwinkelmessers angewandt wurden. Letzterer konstruierte nämlich im Jahre 1908 einen neuen, nach den Angaben von Moritz modifizierten sog. Universal-Raumwinkelmesser.[1] Durch denselben wird erstens unmittelbar an dem zu untersuchenden Platze ein Bild erzeugt und zweitens wird sofort der reduzierte Raumwinkel ohne Zuhilfenahme eines mittleren Einfallswinkels, sondern unter Berücksichtigung der Einfallswinkel der kleinsten Teile, der sog. Differentiale des Raumwinkels, zeichnerisch genau angegeben.

Der andere Apparat, der zum Vergleich mit diesem Moritz-Weberschen Universal-Raumwinkelmesser herangezogen werden soll, ist der Thornersche Beleuchtungsprüfer.[2] Sein Prinzip, das von dem des Moritz-Weberschen Apparats völlig verschieden ist, beruht im wesentlichen darauf, daß von einer in allen ihren Teilen gleichmäßig hellen Lichtquelle durch eine Konvexlinse in ihrem Brennpunkte stets ein Bild von gleicher Helligkeit erzeugt wird, wenn dabei die Apertur der Linse unverändert bleibt, wie weit auch diese Lichtquelle entfernt sein mag.

I. Beschreibung des Moritz-Weberschen Apparates.

In umstehender Figur 1 sei A die zu untersuchende Stelle des Arbeitsplatzes. Der Strahl AC wird an den Grenzen des von A aus sichtbaren Himmelsstückes entlang geführt und beschreibt dabei einen Raumwinkel oder eine körperliche Ecke, dessen Größe durch das von den Strahlen auf der Oberfläche einer um A als Mittelpunkt beschriebenen Kugel begrenzte Stück gemessen wird.

Ein beliebiger Punkt B eines Strahles wird auf die Zeichenebene rojiziert, dann beschreibt seine Projektion bei der erwähnten Bewegung des Strahles AC auf der Zeichenebene eine Figur, deren Inhalt das Integral $\int s \sin \alpha$ wiedergibt, wobei s ein unendlich kleines Stück der

[1] Weber, Beschreibung von zwei neuen Raumwinkelmessern. *Zeitschrift für Instrumentenkunde.* 1908.

[2] Thorner, Über die Methoden der Tageslichtmessung und einen neuen einfachen Beleuchtungsprüfer. *Hygien. Rundschau.* 1904.

auf der Oberfläche der Kugel gelegenen, den Raumwinkel darstellenden Figur, α der Neigungswinkel des dem Stück entsprechenden Strahls gegen die Zeichenebene ist, und wobei das Integral über die Grenzen des Raumwinkels zu erstrecken ist. Aus praktischen Gründen wird nicht die von dem Fußpunkte D des von B auf die Zeichenebene gefällten Lotes bestimmte Figur gezeichnet, sondern diejenige, die von einem Punkt E beschrieben wird, dessen Lage durch die Bestimmung $BA = BD$ fixiert ist. Die durch den Punkt E gezeignete Figur ist der durch D beschriebenen ähnlich und ähnlich liegend, der äußere Ähnlichkeitspunkt je zweier entsprechenden Figuren ist A, die Umfänge beider Figuren stehen im Verhältnis 2 : 1, die Inhalte im Verhältnis 4 : 1. An sich ist es völlig gleichgültig, wie groß die Strecke AB angenommen wird, es muß nur dafür Sorge getragen werden, daß, wenn erst einmal eine bestimmte Größe für AB angenommen ist, diese auch festgehalten wird, weil sonst die sich ergebenden Resultate nicht miteinander verglichen werden könnten. Wenn AB irgend einer Längeneinheit gleichgesetzt oder als Längeneinheit angenommen wird, so würde bei vollkommener Beleuchtung der Inhalt der von D beschriebenen Figur ihrer Maßzahl nach durch die Zahl π, die von E beschriebene Figur inhaltlich durch die Zahl 4π wiedergegeben sein. Da nach dem Vorschlage von Wiener[1] der Inhalt der sich bei vollkommener Beleuchtung des Punktes A ergebenden Figur gleich 1000 gesetzt werden soll — der Beleuchtungsraum für einen vollkommen beleuchteten Punkt wird nach ihm gleich 1000 gesetzt —, so muß $r^2\pi$ gleich 1000 sein. Es ergibt sich daraus, weil

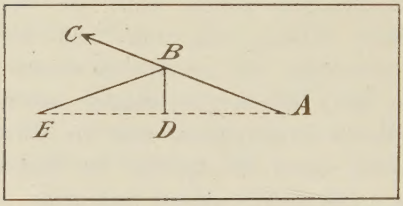


Fig. 1.

$$2 \log r = 3 - \log \pi = 3 - 0{\cdot}49715$$
$$\log r = 1{\cdot}25142$$

ist, für r annähernd der Wert 17·84. Wenn wir also die von dem Punkte E gezeichnete Figur ins Auge fassen und voraussetzen, daß der Inhalt in Quadratzentimetern wie beim Weberschen Apparat ausgedrückt ist, so muß $AB + BE = 17{\cdot}84^{\text{cm}}$, also $AB = 8{\cdot}92^{\text{cm}}$ sein. Tatsächlich ergibt die Abmessung des Gestänges des Weberschen Apparats, das den Strecken AB und BE entspricht, eine Übereinstimmung mit den eben berechneten Strahlen. Da es unmöglich wäre, in der Richtung AB von A aus nach den Grenzen des Himmelstücks zu visieren,

[1] Wiener, *Lehrbuch der darstellenden Geometrie.* S. 401 ff.

wird der Strahl AB durch ein Reflexionsprisma, dessen spiegelnde Fläche AB unter einem Winkel von 45° trifft, in der Richtung senkrecht zu AB reflektiert und gelangt in ein mit einem Fadenkreuz versehenes, dem Reflexionsprisma vorgesetztes Fernrohr, durch den Mittelpunkt des Fadenkreuzes hindurchgehend. Hiernach wird die Einrichtung des Moritz-Weberschen Apparats, wie sie zur Bestimmung des reduzierten Raumwinkels dient, verständlich werden.

In ein Zeichenbrett a ist ein flacher, in einer Metallplatte drehbarer Ring b eingesetzt, der sich in sich selbst dreht.[1] Um eine einem Durchmesser dieses Ringes parallele und mit dem Ringe fest verbundene Achse dreht sich das Doppelgestänge cd, wobei das Stück c der Linie AB, das Stück d der Linie BD unserer obigen Figur entspricht. Dieses Doppelgestänge besitzt zwei weitere mit der genannten Achse parallele Drehachsen, nämlich zwischen c und d und am Ende von d. Die Stangen c und d sind gleich lang und bilden ein gleichschenkliges Dreieck, dessen Basis in der Zeichnungsebene liegt. Mit den Stangen c ist fest verbunden das Fassungsstück g für das Ansatzrohr eines von ihm senkrecht sich abzweigenden Fernrohrs, dem im Grunde des Ansatzrohrs ein Reflexionsprisma vorgesetzt ist. Dieses Ansatzrohr verläuft entweder in der Richtung AB, wenn wie bei unseren Untersuchungen der reduzierte Raumwinkel eines Platzes, auf den das Zeichenbrett aufzulegen ist, bestimmt werden soll, oder es ist in der entgegengesetzten Richtung BA angebracht, wenn die Lichtgüte eines Fensters ermittelt werden soll, wobei das Zeichenbrett an die Innenseite des Fensters angelegt wird. Das Ansatzrohr, das Reflexionsprisma und das Fernrohr muß technisch so eingerichtet sein, daß ein in der Achse des Ansatzrohres verlaufender Lichtstrahl genau durch den Mittelpunkt des drehbaren Ringes b hindurchgeht und von dem Reflexionsprisma so reflektiert wird, daß er den Mittelpunkt des in dem Fernrohr angebrachten Fadenkreuzes trifft und in der Achse des Fernrohrs weiter verläuft. Die Enden der Schienen d sind durch ein in Scharnieren drehbares Knopfstück f miteinander in Verbindung gebracht, in dessen Mitte sich der Zeichenstift h befindet.

II. Beschreibung eines mit dem Moritz-Weberschen Apparat angestellten Versuches und anschließende kritische Bemerkungen.

Um zu einer sicheren Handhabung der mir nur aus der Literatur bekannten beiden Apparate zu gelangen, verfuhr ich in der Weise, daß ich zunächst mit beiden Apparaten einzeln Untersuchungen anstellte. Die mit

[1] Weber, a. a. O. 1908. Vgl. Figuren auf S. 134 u. 136.

dem Moritz-Weberschen Apparat angestellten Untersuchungen waren anfangs sehr mühsam und zeitraubend, und es bedurfte vieler Übung, ehe ich die nötige Sicherheit erreichen und hinreichende Vertrautheit mit ihm mir erwerben konnte. Trotzdem ich eine ganze Reihe von Versuchen mit ihm durchführte, habe ich an dieser Stelle nur einen einzigen in voller Ausführlichkeit mitgeteilt, weil erstens diese Versuche, die in dem Klassenzimmer der Quinta O des Friedrichs-Gymnasiums zu Berlin ausgeführt wurden, für meine vergleichenden Untersuchungen nicht in Betracht kamen, und weil zweitens das Verfahren eindeutig war, und daher zur Charakterisierung desselben die Schilderung einer einzigen zweckmäßigen Untersuchung genügte. Es handelt sich um die Untersuchung des an der Wandseite gelegenen Platzes X (vgl. Anlage 1) der ersten Bankreihe, welche am 15. Oktober 1910 12 Uhr ca. ausgeführt wurde. Dabei habe ich die beiden durch das rechte und das linke Fenster erzeugten reduzierten Raumwinkel zu Papier gebracht, indem ich mit dem Mittelpunkt des Fadenkreuzes den Begrenzungslinien der sichtbaren Himmelsfläche, wie sie durch Dachfirste, Dachgiebel, Schornsteine und Fensterkanten dargestellt wurden, folgte. Auf dem Zeichenbrett des Apparats, das mit Quadratmillimeterpapier bespannt war, wurden durch Niederdrücken des Zeichenstiftes die in Rede stehenden Figuren erzeugt und dann ihr Inhalt durch Auszählen bestimmt, da mir zunächst ein Polarplanimeter nicht zur Verfügung stand. Es ergaben sich als Anteil des linken Fensters 396^{qmm}, als Anteil des rechten 188^{qmm}, also beträgt der reduzierte Raumwinkel $5 \cdot 84^{qcm}$. Es ist zweckmäßig, diesen Inhalt in Quadratgraden des einfachen Weberschen Raumwinkelmessers auszudrücken, da auch Weber bei seinen Untersuchungen der Tagesbeleuchtung der städtischen Schulen in Kiel[1] seine ermittelten Figuren in diesem Maße ausgedrückt hat. Da 1000^{qcm} des Moritz-Weberschen Apparats gleich 10313 Quadratgraden sind, so ist $5 \cdot 84$ mit $10 \cdot 313$ zu multiplizieren, und man erhält rund $60 \cdot 21$ Quadratgrad als Inhalt des reduzierten Raumwinkels.

Bemerkung zu diesem Versuch.

Recht störend machte sich der Einfluß der auf dem Schulhofe stehenden Bäume bemerkbar, die zum Teil noch mit ihrem herbstlichen Laube bedeckt waren. Auch die Befestigung des Apparates machte Schwierigkeiten, die dadurch noch vergrößert wurden, daß die Tische wie bei allen Schulbänken nicht horizontal verliefen, sondern mit geringer Neigung nach

[1] *Mitteilungen des Statist. Amtes der Stadt Kiel.* Kiel 1908. Nr. 9.

dem Sitz hinabfielen. Ferner beobachtete ich, daß der in der Mitte des Knopfstücks gelegene Zeichenstift an allen den Stellen, wo er eine vertikale oder schräge Linie zu zeichnen hatte, leicht hängen blieb, was nur durch beständiges Wagerechthalten des Knopfstückes, das bei Beschreibung einer vertikalen Linie gestört wird, zu vermeiden war. Auch erforderte die Nachzeichnung schräg verlaufender Umrißlinien deshalb einige Geschicklichkeit, weil dabei der Apparat sowohl um die horizontale als auch vertikale Achse gleichzeitig gedreht werden mußte, wie auch Weber in der eben zitierten Abhandlung auf S. 9 angegeben hat.

Weber sagt in derselben Abhandlung auf S. 7: „Man legt das Grundbrett des Apparates auf eine gut ausnivellierte horizontale, auf den betreffenden Tischplatz gelegte Platte. Das kleine mit dem beweglichen Schienensystem verbundene Fernrohr ist vor dem Objektiv mit einem Reflexionsprisma versehen, so daß man in bequemer, leicht vorgebeugter Haltung das Fadenkreuz des Fernrohrs auf die Umrißlinien des sichtbaren Himmels einstellen kann. Man führt nun das Fernrohr längs dieser Linien.“ An anderer Stelle auf derselben Seite findet sich: „Zur Gewinnung der horizontalen Unterlage, auf welche der neue Raumwinkelmesser gelegt werden mußte, war von Herrn Assistent des Hochbauamts Schütt eine zweckmäßige Vorrichtung beschafft. Sie bestand aus zwei durch Scharnier verbundenen und mit Wasserwage versehenen Brettern, die unter veränderlichem Winkel gegeneinander feststellbar waren und somit einen Keil bildeten, durch den der Neigungswinkel der Schultische genau ausgeglichen werden konnte.“

Meines Erachtens ist es nicht notwendig, den Raumwinkelmesser auf eine horizontale Unterlage zu legen, wie man sich an der Figur 2 klarmachen kann.

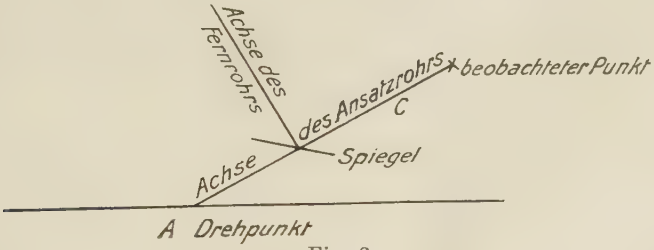


Fig. 2.

Dem Strahl AC, welcher auf einen Begrenzungspunkt der sichtbaren Himmelsfläche gerichtet ist und in der Achse des Ansatzrohrs verläuft, ist ein Spiegel so in den Weg gestellt, daß der Strahl den Spiegel unter einem Einfallswinkel von 45^0 trifft und daher gegen seine ursprüngliche Richtung rechtwinklig reflektiert wird, so daß er genau in der Achse des

Fernrohrs, den Mittelpunkt des Fadenkreuzes treffend, weiter verläuft. Wie man auch das Fernrohr bzw. die Unterlage, auf welcher es mittels des Gestänges befestigt ist, drehen mag, immer wird ein in der Achse des Ansatzrohrs liegender Punkt bzw. ein mit dieser Achse zusammenfallender Strahl in derselben Weise gesehen bzw. in das Fernrohr reflektiert werden. Zwar wird bei schiefer Lage des Zeichenbretts die Reflexionsebene, die mit der Projektionsebene zusammenfällt oder ihr parallel läuft, in allen Fällen bis auf einen nicht mit der Vertikalebene zusammenfallen, die man erhält, wenn man die Achse des Ansatzrohrs auf die Horizontalebene projiziert, das ist aber auch nicht erforderlich. Erforderlich ist allein, daß die Achse des Ansatzrohrs auf den zu untersuchenden Punkt gerichtet werden kann, was auch bei schiefer Lage stets möglich ist, und daß ein in der Achse des Ansatzrohrs verlaufender Strahl durch dem Spiegel in die Richtung der Achse des Fernrohrs reflektiert und mit ihr zur Deckung gebracht wird. Wenn der Apparat so genau konstruiert ist, daß diese Bedingungen erfüllt sind, so wird auch bei nicht horizontal verlaufender Unterlage der zu untersuchende Punkt in richtiger Weise projiziert werden und daher von einem Himmelsstück der reduzierte Raumwinkel in bezug auf eine schiefe Ebene konstruiert werden. Diese Eigenschaft des Apparates ist für meine Untersuchungen von großem Werte, da ich die Helligkeit von geneigten Arbeitsplätzen zu bestimmen habe, und da auch die Angaben des Thornerschen Lichtprüfers, mit welchen ich die Ergebnisse auf Grund der Anwendung des Moritz-Weberschen Apparates vergleichen will, sich auf geneigte Plätze beziehen.

Bei der Prüfung des Apparates auf seine Präzision und Güte der technischen Ausführung, die ich auf einer horizontalen Ebene vornahm, fielen mir folgende Mängel auf:

1. Die horizontalen Dachfirsten bildeten mit der Horizontalen des Fadenkreuzes einen kleinen Winkel, wie untenstehende Fig. 3 zeigt, der

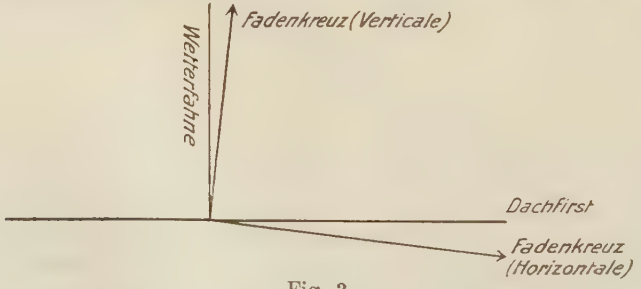


Fig. 3.

sich bei Drehung des Gestänges um die vertikale Achse aus der Mittellage nach rechts vergrößerte, nach links verkleinerte; die entsprechenden

Abweichungen von der Vertikalen des Fadenkreuzes fanden sich bei vertikal verlaufenden Gebäudeteilen, wie Schornsteinen und Wetterfahnen. (Fig. 3.)

2. Bei der Fixation eines Punktes *C* durch das Fernrohr war die Achse des Ansatzrohrs nicht auf den zu untersuchenden Punkt gerichtet, sondern ging an ihm rechts vorbei. Es war mir nicht möglich, mit Sicherheit festzustellen, ob neben dieser seitlichen Abweichung der Achse noch eine Höhenabweichung vorhanden war, doch schien mir auch eine solche nach oben in geringem Maße vorzuliegen. (Fig. 4.)

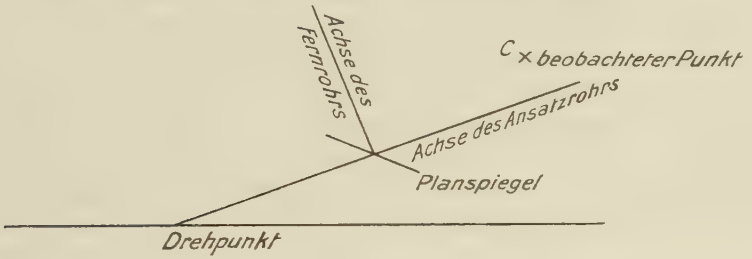


Fig. 4.

Während der unter 1. angeführte Mangel ein kleiner Fehler in der Konstruktion ist, der leicht beseitigt werden kann und wohl keine Wirkung auf die Genauigkeit der Zeichnung ausübt, so scheint mir der zweite Mangel doch volle Beachtung zu verdienen, weil durch ihn die Größe des reduzierten Raumwinkels fehlerhaft beeinflußt wird. Es wird nämlich nicht der beobachtete Punkt *C* projiziert, sondern ein in der Verlängerung der Achse rechts vor ihm liegender Punkt, und es wird daher nicht der reduzierte Raumwinkel des sichtbaren Himmelsstückes, sondern eines an seine Stelle getretenen von derselben Ausdehnung, aber von verschiedener Lage der Begrenzungspunkte in bezug auf Breite und Länge konstruiert. Da die Diskussion der Ursache dieses zweiten Konstruktionsfehlers, die mit Hilfe geometrischer Betrachtungen auszuführen wäre, nicht in den Rahmen dieser Arbeit gehört, so möchte ich mich auf die Bemerkung beschränken, daß wahrscheinlich eine kleine Drehung des Spiegels um seine Längsachse aus der normalen Lage im Sinne des Uhrzeigers die Ursache der Abweichung der Achse sein dürfte, und daß der Fehler erheblich geringer ausfiele, wenn das Lumen des Ansatzrohrs möglichst eng genommen würde. Das Ideal, das Lumen des Ansatzrohrs und des Fernrohrs punktförmig zu machen, wobei nur bei normaler Lage des Spiegels ein Bild eines Punktes sichtbar wäre, der dann sicher in der Verlängerung der Achse läge, läßt sich praktisch nicht erreichen.

Wenn also auch nach meinen Darlegungen die mit dem mir zur Verfügung stehenden Moritz-Weberschen Apparat angefertigten Figuren

Fehler aufweisen, so dürften diese Fehler doch so klein sein, daß sie nicht erheblich ins Gewicht fallen, zumal da die mit Sicherheit nachgewiesenen Seitenverschiebungen der Himmelsgrenzen für sich allein bei horizontaler Unterlage keine Änderung der Projektion, bei schiefer Unterlage nur eine geringfügige Änderung der Projektion bewirken.

Nach meiner Ansicht müßte an dem Apparat noch eine Korrektur angebracht werden, die es ermöglichen würde, den Spiegel um eine Längs- und um eine Querachse zu drehen. Angenommen, Punkt A der Fig. 5 sei der Punkt des Spiegels, in welchem die Achsen des Ansatz- und des Fernrohrs sich träfen, so könnte durch eine Drehung des Spiegels um die Längsachse DE das in A auf der Ebene des Spiegels errichtete Lot in die Ebene der beiden Achsen gebracht werden, und dann könnte durch eine weitere Drehung des Spiegels um seine Querachse BC der Einfallswinkel gleich dem Reflexionswinkel gemacht werden.

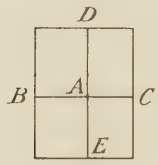


Fig. 5.

III. Prüfung des Moritz-Weberschen Apparates auf die Genauigkeit seiner Zeichnungen bei horizontaler und geneigter Unterlage.

Um mich zu vergewissern, wie weit die Angaben des Apparates zuverlässig sind bzw. innerhalb welcher Grenzen sie schwanken, eine Prüfung, die wegen des Vergleichs beider Apparate notwendig war, und um das Maß der Veränderlichkeit der Angaben bei Neigung der Tischplätze kennen zu lernen, habe ich in meinem Wohnzimmer folgende Versuche angestellt. Zunächst habe ich den Raumwinkel für einen horizontal gelegenen Platz, dann für einen geneigt gelegenen Platz bestimmt, wobei der jetzt untersuchte Platz in derselben Vertikale wie früher nur 1 bis $1\,^1/_2$ cm höher lag. Fig. 6 mag das erläutern, der erste Platz ist A, der zweite B.

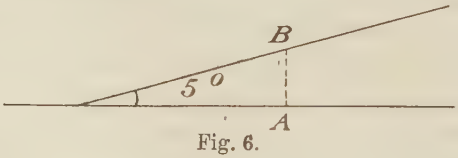


Fig. 6.

Dann habe ich die beiden Versuche noch zweimal wiederholt. Ich habe also für jeden Platz, für den horizontalen sowohl wie für den geneigten, die Untersuchung dreimal ausgeführt, wobei das Zeichenbrett nach jedem Versuch in seiner Lage geändert werden mußte. Es war wichtig, dafür Sorge zu tragen, daß die Neigung stets die gleiche, etwa 5° betrug, und daß die zu untersuchenden Stellen stets wieder die alte Lage ein-

nahmen. Es ergaben sich folgende Werte für die reduzierten Raumwinkel in Quadratgraden ausgedrückt (s. Anlage 2, Figg. 1 bis 6):

	Horizontal	Geneigt
1. Aufnahme	202.1	197
2. „	200·1	196
3. „	200·1	196

Daraus geht hervor, daß die Angaben sowohl für den horizontalen wie für den geneigten Platz eindeutig sind, sie schwanken ungefähr um 2 Prozent. Weiter geht daraus hervor, daß man mit dem Instrument sehr wohl den Raumwinkel geneigter Flächen bestimmen kann, und daß derselbe bei Neigung von etwa 5 Grad ungefähr $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Prozent geringer ist wie für einen ähnlich gelegenen horizontalen Platz. Man kann also aus dem reduzierten Raumwinkel eines geneigt gelegenen Platzes, wie wir einen solchen von ungefähr 5° Neigung bei den Tischen der Schulbänke haben, einen Schluß auf den eines ähnlich gelegenen horizontalen Platzes machen, und umgekehrt.

IV. Beschreibung des Thornerschen Beleuchtungsprüfers.

Der Thornersche Beleuchtungsprüfer[1] ist ein sehr handliches, leicht transportables und durch die Einfachheit seiner Konstruktion wie seines Gebrauchs auf den ersten Blick bestechendes Instrument, das außerdem noch den Vorzug der Billigkeit besitzt. Er erinnert an das veraltete Bunsensche Fettfleckphotometer, bei welchem die Wirkung zweier Lichtquellen, einer Normalkerze und der zu messenden Flamme, auf einen Schirm von weißem Papier, das in der Mitte mit einem Fettfleck versehen ist, beobachtet wird, und die Flamme so lange verschoben wird, bis der Fettfleck, der bei ungleicher Beleuchtung von der einen Seite hell, von der anderen Seite dunkel aussieht, zu verschwinden scheint. Der Normalkerze entpricht bei dem Thornerschen Apparat die Wirkung, welche ein gleichmäßig beleuchtetes Himmelsstück mittels einer Konvexlinse, deren Apertur veränderlich ist, auf eine im Innern eines allseitig geschlossenen Kästchens befindliche und durch den Brennpunkt der Linse gehende Papierfläche hervorbringt; der zu messenden Flamme entspricht die Helligkeit eines leuchtenden Punktes, der im Brennpunkt der Linse und in einer daselbst in der Papierfläche angebrachten Öffnung erscheint, und der sein Licht von einer auf dem zu untersuchenden Platze aufliegenden und die Beleuchtung desselben wiedergebenden Papierfläche empfängt. Mit der Ver-

[1] Thorner, a. a. O.

schiebung der Flamme oder des den Fettfleck enthaltenden Diaphragmas kann die Veränderung der Apertur der Linse verglichen werden, welche durch Vorsetzen kleiner Blenden bei dem Apparat ermöglicht ist.

Thorner, der in den Jahren 1903 und 1904 mit der Messung der Tagesbeleuchtung der Arbeitsplätze in den Klassenzimmern von drei Berliner Gymnasien beschäftigt war,[1] machte bei Benutzung des Weberschen Raumwinkelmessers die Beobachtung, daß bei der Prüfung eines hellen Arbeitsplatzes das Bild der Himmelsfläche auf dem gut erleuchteten Papierblatt schwer sichtbar war, und daß er das Papier von den Seiten beschatten mußte, um die Quadrate richtig auszählen zu können. War dagegen der Platz schlecht beleuchtet, dann hob sich das helle Himmelsstück von dem dunklen Papier gut ab. So lernte Thorner während seiner Untersuchung vieler Arbeitsplätze aus diesem Unterschied einen gewissen Schluß auf die Brauchbarkeit der Plätze zu ziehen. Da die Verwendung des Weberschen Raumwinkelmessers sehr mühsam und zeitraubend war und nach Thorners Ansicht bei diesen Messungen auch das reflektierte Licht nicht genügend berücksichtigt wurde, so stellte er sich die Aufgabe, ein Instrument zu konstruieren, das im Gebrauch einfach und leicht transportabel ist, dessen Werte vom Wetter unabhängig sind, und das die Reflexe der Umgebung mit berücksichtigt. Dies wird möglich durch Vergleichung der Platzhelligkeit mit der Helligkeit des reellen Himmelsbildes, das auf einem Papierblatt durch eine Konvexlinse von gegebener Apertur entworfen wird.[2] Auf Grund der Überlegungen, daß das Bild, welches im Brennpunkt einer Konvexlinse von einer Lichtquelle entworfen wird, stets von gleicher Helligkeit ist, gleichgültig, wie weit diese Lichtquelle auch entfernt ist, wenn sie nur in den einzelnen Teilen gleiche Helligkeit besitzt, und daß die Apertur einer Konvexlinse ein gewisses Maß für die Helligkeit eines durch sie in ihrem Brennpunkte

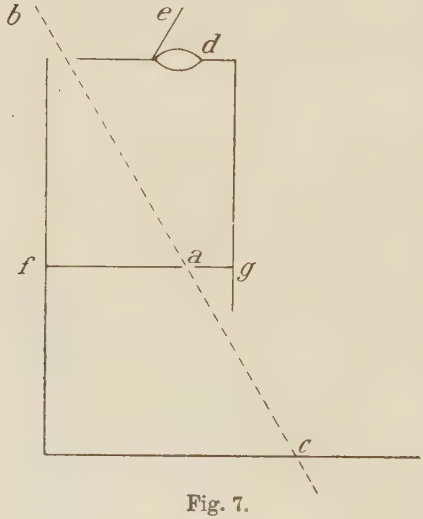


Fig. 7.

[1] Nußbaum, Dr. Walther Thorners Beleuchtungsprüfer. *Gesundheits-Ingenieur.* 1908.

[2] Thorner, Über eine einfache Methode der Tageslichtmessung. *Centralblatt für Augenheilkunde.* 1905. Bd. XXIX.

abgebildeten Himmelsstücks ist, wählte Thorner folgende Bauart seines Helligkeitsprüfers, deren Beschreibung seinem eigenen Bericht[1] entspricht.

Ein allseitig geschlossenes Kästchen (Fig. 7) trägt in seinem Innern eine Papierfläche *f g* mit einer feinen Öffnung *a*. Senkrecht über dieser Öffnung *a* befindet sich eine Konvexlinse *d* von gegebener Apertur und über der Konvexlinse ein Planspiegel *e*, welcher sich sowohl um eine horizontale wie um eine vertikale Achse frei drehen läßt. Die Brennweite der Konvexlinse *d* ist so gewählt, daß der Brennpunkt derselben in *a* liegt. In *c* befindet sich eine zweite Papierfläche, welche auf dem zu untersuchenden Platze aufliegt und somit die Beleuchtung des Platzes empfängt. Der Beobachter blickt nun in der Richtung der punktierten Linie von *b* aus auf die Papierfläche *f g* mit ihrer Öffnung *a* hin und dreht den kleinen Planspiegel *e* so, daß ein Teil der Himmelsfläche in der Umgebung der Öffnung *a* abgebildet wird. Die Prüfung auf die Brauchbarkeit des Platzes geschieht nun einfach so, daß man beurteilt, ob die kleine Öffnung heller oder dunkler als das sie umgebende Bild der Himmelsfläche ist. Ist sie heller oder ebenso hell, so ist der Platz brauchbar, ist sie dunkler, so hat er nicht das vorgeschriebene Maß der durchschnittlichen Beleuchtung.

V. Untersuchungen mit dem Thornerschen Apparat.

Diese Untersuchungen wurden am 1. Oktober 1910 in vier Klassenzimmern des Friedrichs-Gymnasiums zu Berlin, welche nach der Nordseite gelegen sind, um 11 Uhr ca. bei völlig klarem, blauen Himmel ausgeführt.

1. Zimmer der Unter-Sekunda O im zweiten Stock.

An der Fensterseite stehen 6 Reihen fest miteinander verbundener, viersitziger Bänke aus Eisenkonstruktion. An der Wandseite befindet sich ein ebenso großer und ebenso eingerichteter Komplex von Bänken, zwischen beiden Bankkomplexen ist ein Gang von ungefähr 50 cm Breite.

Sämtliche Plätze ergeben sich als gut beleuchtet bis auf die 6 Plätze, welche an der Wandseite gelegen sind. Während bei ersteren die kleine Öffnung heller oder gleich hell wie das sie umgebende Bild der Himmelsfläche erschien, war bei letzteren die kleine Öffnung dunkler.

2. Zimmer der Unterprima im zweiten Stock.

2 Bankkomplexe von je 6 zweisitzigen Bänken.

Auf sämtlichen 24 Plätzen erscheint die kleine Öffnung heller oder ebenso hell wie das von der Konvexlinse entworfene Bild, sämtliche Plätze erscheinen also nach Thorner als gut oder hinreichend beleuchtet.

[1] Thorner, a. a. O. 1904.

3. Zimmer der Quinta O im ersten Stock.

2 Bankkomplexe von je 5 vierseitigen Bänken.

In der dritten Bankreihe erscheinen die zwei der Wandseite nächst belegenen Plätze, in der letzten Bankreihe die drei der Wandseite nächst belegenen Plätze als nicht hinreichend beleuchtet.

4. Zimmer der Quinta M im Erdgeschoß.

2 Bankkomplexe von je 5 viersitzigen Bänken.

In der ersten Bankreihe sind die letzten drei Plätze, in der dritten die letzten zwei Plätze, in der fünften die letzten drei Plätze nicht genügend beleuchtet.

Bemerkung zu diesen Beobachtungen.

Bei der Beobachtung der Helligkeit dieser 152 Plätze mittels des Thornerschen Helligkeitsprüfers war nicht immer mit Sicherheit festzustellen, an welchen Plätzen die kleine Öffnung unzweifelhaft hell bzw. unzweifelhaft dunkel erschien. Zwar war eine große Anzahl von Plätzen vorhanden, bei denen ein positives Resultat mit Sicherheit abgegeben werden konnte, z. B. bei sämtlichen Plätzen der Unterprima, ebenso konnte ich bei 8 Plätzen der Quinta M ein sicheres negatives Urteil abgeben, dagegen war ich bei einer ganzen Reihe von Plätzen in der Quinta O und in der Quinta M im Zweifel, ob ich die kleine Öffnung der Papierfläche als hell oder dunkel bezeichnen sollte. Die schwere Bestimmbarkeit der Zurechnung zur hellen oder dunklen Gruppe war auch nicht etwa eine Folge davon, daß größere Flächen gegenüberliegender Gebäude von der Sonne beschienen wurden, wobei, wie Thorner ausdrücklich sagt, seine Messungen nicht ausführbar sind, und wobei die kleine Öffnung eine andere Färbung zeigt als das Bild der Himmelsfläche. Vor dem Zimmer der Quinta liegt auf der Nordseite der große Schulhof, der mit vielen Bäumen bepflanzt ist, und daran schließen sich große weite, auch mit vielen alten und hohen Bäumen bepflanzte Rasenplätze der Tierärztl. Hochschule, so daß das reflektierte Licht der in weitem Abstande von dem Klassenzimmer liegenden Gebäude gar nicht in Betracht kommt.

VI. Vergleichende Untersuchungen mit dem Moritz-Weberschen Raumwinkelmesser und mit dem Thornerschen Beleuchtungsprüfer.

Nachdem ich im vorhergehenden mit beiden Apparaten einzeln Untersuchungen angestellt habe und ich mir durch Betrachtung der einzelnen Teile derselben und Beobachtung ihrer Wirkung hinlängliche Vertrautheit mit ihnen erworben zu haben glaube, will ich dazu über-

gehen, die Ergebnisse der mit beiden Apparaten gleichzeitig ausgeführten Untersuchungen miteinander zu vergleichen. Aus früher angegebenen Gründen hielt ich mich für berechtigt, den Raumwinkelmesser wohl arretiert auf die geneigte Tischfläche zu legen, auf welcher auch der Thornersche Apparat zwecks Messung der Helligkeit aufgesetzt wurde; andererseits sah ich mich veranlaßt, für die Angaben des Thornerschen Apparates nicht bloß die Bezeichnungen „hell“ und „dunkel“ zu wählen, sondern 4 Zeichen 1. |, 2. +, 3. ?, 4. — einzuführen, die der Reihe nach bedeuten: sehr hell, hell, unbestimmt, dunkel. Auch nach Einführung dieser Bezeichnungen können indessen immer noch Zweifel darüber sich einstellen, ob man die kleine Öffnung als sehr hell oder hell, als hell oder unbestimmt, als unbestimmt oder dunkel im Vergleich zu ihrer Umgebung bezeichnen soll, weil der Übergang zwischen zwei aufeinander folgenden Bezeichnungen ein ganz allmählicher sein kann und die Grenze schwer festzustellen ist, ihre Wahl also eine subjektive Angabe bleibt. Das Zeichen 0 bedeutet, daß der betreffende Platz gar kein direktes Himmelslicht empfängt. Ferner will ich noch bemerken, daß der mir zur Verfügung stehende Thornersche Apparat eine kleine Blende enthielt, durch welche die Apertur der Linse verkleinert, das Bild der Linse also in seiner Helligkeit abgeschwächt wurde. Ich habe von derselben Gebrauch gemacht und alle Angaben auf die kleinere Apertur von F/6 und die kleinere Helligkeit des Bildes bezogen, weil sie 50 reduzierten Raumwinkelgraden entsprechen soll.[1]

a) Untersuchung eines Platzes der Quinta O.

Dieser Platz ist früher (vgl. Anlage 1) bereits untersucht und hatte 60·21 Quadratgrade reduzierten Raumwinkels ergeben. Ich hatte früher annäherungsweise den Inhalt durch Auszählen bestimmt, was sehr umständlich war und viel Zeit kostete. Mit Hilfe eines justierten Polarplanimeters ermittelte ich den Anteil des linken Fensters zu 410^{qmm}, den des rechten zu 180^{qmm}, was als reduzierten Raumwinkel 590^{qmm} bzw. 60·83 Quadratgrade ergibt.

Der Thornersche Apparat zeigt unbestimmt an; bei der ersten Untersuchung, bei welcher ich noch nicht die Differenzierung der Beleuchtung vorgenommen, hatte ich die Beleuchtung als hell festgestellt. 50 reduzierte Quadratgrade sind nach den Untersuchungen von Cohn und Weber erforderlich, um bei mittlerer Tageshelligkeit das Minimum der Helligkeit von 25 Meterkerzen zu gewährleisten.

---

[1] Flügge, a. a. O. S. 357.

Resultat: Der Platz erscheint nach Moritz-Weber als unzweifelhaft tauglich, nach Thorner einmal als tauglich, ein anderes Mal als auf der Grenze liegend.

b) Untersuchung der Plätze der Quarta M.

Nach diesen Voruntersuchungen entschloß ich mich, um eine möglichst sichere Grundlage für den Vergleich der beiden Apparate zu gewinnen, von denen der eine häufig nicht bestimmte Resultate angab, der andere dagegen von der Art der äußeren Beleuchtung und von der Zeit in seinen Resultaten unabhängig war, die 40 Plätze des Klassenzimmers der Quarta M in der Weise zu untersuchen, daß ich dieselben mit dem Thornerschen Apparat während einer Zeit von ungefähr 14 Tagen vom 29. Oktober bis zum 12. November täglich auf ihre Helligkeit prüfte und dabei die äußeren Helligkeitsverhältnisse kurz angab, wie es beiliegendes Tableau (vgl. Anlage 3) zeigt, auf welchem die früher erklärten Zeichen verwandt wurden, und daß ich zweitens mit dem Moritz-Weberschen Apparat die reduzierten Raumwinkel möglichst vieler Plätze ermittelte. So konnte ich ein Durchschnittsresultat der veränderlichen Thornerschen Resultate gewinnen und dieses dann mit den reduzierten Raumwinkeln vergleichen. Ich wählte das Zimmer der Quarta M deshalb, weil in seinen Plätzen alle Arten der Beleuchtung sich fanden, und weil bei den Messungen mit dem Raumwinkelmesser störende Bäume, die auch jetzt ihres Blätterschmucks beraubt waren, so gut wie gar nicht in Betracht kamen, da auf der Südseite des Schulgebäudes, nach welcher dieses Zimmer gelegen war, nur wenige Bäume standen, die gar nicht hinderten. Dem Zimmer gegenüber erhob sich in einer Entfernung von etwa 15^m ein aus grauweißen Steinen aufgeführtes und mit dunkelroten Ziegeln bedecktes Gebäude von 3 Stock Höhe. In dem Zimmer, das ungefähr 5^m hoch, 5^m breit und 6^m tief war, standen 2 Bankkomplexe von je 5 viersitzigen Bänken, die Wände waren mit einem hellgehaltenen Ölanstrich versehen. Die Fensteröffnungen reichten etwa von Bankhöhe bis nahe unter die Decke und waren oben konkav geschweift.

Platz VIII.[1] Der mit dem Polarplanimeter gemessene reduzierte Raumwinkel ergibt sich zu 30^{qmm}, also etwa zu 3·1 Quadratgrad.

Thorner zeigt Öffnung stets dunkel an.

Resultat: Beide Apparate ergeben ungenügende Beleuchtung des Platzes.

[1] Vgl. Anlage 1.

Platz VII. Reduzierter Raumwinkel, von jetzt an immer mit dem Polarplanimeter bestimmt: 110 ^{qmm} = 11·3 Quadratgrad.

Thorner zeigt Öffnung stets dunkel an.

Resultat: Beide Apparate ergeben ungenügende Beleuchtung des Platzes.

Platz VI. Reduzierter Raumwinkel: 150 ^{qmm} = 15·5 Quadratgrad.

Thorner: 8 mal dunkel, 5 mal unbestimmt.

Resultat: Moritz-Weber ergibt ungenügende Beleuchtung, Thorner ergibt im Durchschnitt ungenügende Beleuchtung, in einem Minimum von Fällen gibt er die Beleuchtung unsicher an.

Platz V. Reduzierter Raumwinkel: 280 ^{qmm} = 28·9 Quadratgrad.

Thorner: 8 mal unbestimmt, 5 mal hell.

Resultat: Moritz-Weber ergibt ungenügende Beleuchtung, Thorner gibt im Durchschnitt die Beleuchtung als zweifelhaft an, in einem Minimum von Fällen konstatiert er genügende Beleuchtung.

Platz XVI. Reduzierter Raumwinkel: Null.

Platz XV. Reduzierter Raumwinkel: 50 ^{qmm} = 5·2 Quadratgrad.

Thorner: 11 mal dunkel, 2 mal unbestimmt.

Resultat: Moritz-Weber ergibt ungenügende Beleuchtung, Thorner desgleichen in der Mehrzahl der Fälle, in zwei Fällen gibt er keine sichere Auskunft.

Platz XIV. Reduzierter Raumwinkel: 120 ^{qmm} = 12·4 Quadratgrad.

Thorner: 10 mal dunkel, 3 mal unbestimmt.

Resultat: Moritz-Weber ergibt ungenügende Beleuchtung, Thorner desgleichen in der Mehrzahl der Fälle, in drei Fällen keine sichere Auskunft.

Platz XIII. Reduzierter Raumwinkel: 420 ^{qmm} = 43·3 Quadratgrad.

Thorner: 9 mal unbestimmt, 2 mal dunkel, 2 mal hell.

Resultat: Moritz-Weber ergibt noch ungenügende Beleuchtung, Thorner ist in seinen Angaben ganz schwankend, in der Mehrzahl unbestimmt.

Platz XXIV. Reduzierter Raumwinkel: Null.

Platz XXIII. Reduzierter Raumwinkel: 100 ^{qmm} = 10·3 Quadratgrad. Thorner: 12 mal dunkel, 1 mal unbestimmt.

Resultat: Moritz-Weber ergibt ungenügende Beleuchtung, desgleichen Thorner bis auf einen unentschiedenen Fall.

Platz XXII. Reduzierter Raumwinkel: 190 ^{qmm} = 19·6 Quadratgrad.

Thorner: 9 mal dunkel, 3 mal unbestimmt, 1 mal hell.

Resultat: Moritz-Weber ergibt ungenügende Beleuchtung, desgleichen Thorner in den meisten Fällen, von 13 Fällen sind aber bei ihm 3 unentschieden, 1 genügend.

Platz XXI. Reduzierter Raumwinkel: $(400 + 120)^{qmm} = 520^{qmm}$ = 53·6 Quadratgrad.

Thorner: 8 mal unbestimmt, 3 mal positiv, 2 mal dunkel.

Resultat: Moritz-Weber ergibt genügende Beleuchtung, bei Thorner sind von 13 Fällen 8 unentschieden, 3 hell, 2 dunkel.

Platz XX. Reduzierter Raumwinkel: größer als der vorhergehende (etwa 18^{qcm}).[1]

Thorner: 9 mal hell, 2 mal sehr hell, 2 mal unbestimmt.

Resultat: Moritz-Weber ergibt gute Beleuchtung, bei Thorner sind von 13 Fällen 9 hell, 2 sehr hell, 2 unbestimmt.

Platz XXIX. Reduzierter Raumwinkel: $(440 + 90)^{qmm} = 530^{qmm}$ = 54·7 Quadratgrad.

Thorner: 8 mal unbestimmt, 3 mal hell, 2 mal dunkel.

Resultat: Moritz-Weber ergibt genügende Beleuchtung, bei Thorner sind von 13 Fällen 8 unbestimmt, 3 hell, 2 dunkel.

Platz XXVIII. Reduzierter Raumwinkel: schätzungsweise zwischen 12 und 16^{qcm}, ca. 150 Quadratgrad.

Thorner: 10 mal hell, 3 mal unbestimmt.

Resultat: Moritz-Weber ergibt gute Beleuchtung, Thorner im Durchschnitt hell, in 3 Fällen unbestimmt.

c) Ergebnis der Untersuchung.

Nach den bisher geschilderten 13 Fällen im Klassenzimmer der Quarta M. können wir folgendes Tableau aufstellen:

	Platz	Moritz-Weber		Thorner (13 Beobachtungen)
1.	VIII.	3·10 Q.-Gr.	—	13 —
2.	VII.	11·3 „	—	13 —
3.	VI.	15·5 „	—	7 — (6 ?)
4.	V.	28·9 „	—	8 ? (5 +)
5.	XV.	5·2 „	—	11 — (2 ?)
6.	XIV.	12·4 „	—	10 — (3 ?)
7.	XIII.	43·3 „	—	9 ? (2 —, 2 +)
8.	XXIII.	10·3 „	—	12 — (1 ?)
9.	XXII.	19·6 „	—	9 — (3 ?, 1 +)
10.	XXI.	53·6 „	+	8 ? (3 +, 2 —)
11.	XX.	ca. 200·0 „	+	9 + (2, 2 ?)
12.	XXIX.	54·7 „	+	8 ? (3 +, 2 —)
13.	XXVIII.	ca. 150·0 „	+	10 + (3 ?)

[1] 485 ^{qmm} entsprechen 50 Quadratgraden.

In der Tabelle stehen unter Moritz-Weber die für jeden Platz ermittelte Anzahl der Quadratgrade, durch welche die reduzierten Raumwinkel angegeben werden, und das Urteil über die Helligkeit des Platzes, das sich aus der Zahl ergibt. Unter Thorner stehen die Angaben voran, die die größte Zahl übereinstimmender Resultate auf sich vereinigt haben. Die beiden Plätze XVI und XXIV mit dem Raumwinkel 0 sind nicht aufgenommen. Wenn ich die Messungen am 29. X. und 5. XI., an denen die Sonne ins Zimmer schien, nicht berücksichtige, was Thorners Intentionen entspricht, so ergibt sich folgendes Tableau:

	Platz	Moritz-Weber		Thorner (11 Beobachtungen)
1.	VIII.	3·10 Q.-Gr.	—	11 —
2.	VII.	11·3 „	—	11 —
3.	VI.	15·5 „	—	7 — (4 ?)
4.	V.	28·9 „	—	8 ? (3 +)
5.	XV.	5·2 „	—	10 — (1 ?)
6.	XIV.	12·4 „	—	9 — (2 ?)
7.	XIII.	43·3 „	—	8 ? (2 —, 1 +)
8.	XXIII.	10·3 „	—	11 —
9.	XXII.	19·6 „	—	9 — (2 ?)
10.	XXI.	53·6 „	+	8 ? (2 —, 1 +)
11.	XX.	ca. 200·0 „	+	9 + (2 ?)
12.	XXIX.	54·7 „	+	7 ? (2 +, 2 —)
13.	XXVIII.	ca. 150·0 „	+	8 + (3 ?)

Man sieht beim Vergleich der beiden Tabellen, daß durch die Elimination der beiden Tage fast durchgängig zwei günstiger lautende Resultate gestrichen werden mußten, und daß daher Thorner mit seiner Festsetzung im Recht ist. Wir wollen daher bei der Vergleichung der beiden Tabellen nur die letzte in Betracht ziehen.

Es ergibt sich, daß nur in 3 Fällen, nämlich für Platz VIII, VII und XXIII, die Angaben des Thornerschen Apparates eindeutig waren und mit den negativen Resultaten von Moritz-Weber übereinstimmten. In allen übrigen 10 Fällen sind dagegen die Angaben nicht eindeutig, wenn auch die Anzahl der abweichenden Ergebnisse verhältnismäßig nur gering ist, bei 11 Untersuchungen haben wir 1 bis 4 differierende Angaben. Wenn man von diesen 10 Fällen die Durchschnittsresultate der Thornerschen Angaben verwendet, so sind noch neun Ergebnisse brauchbar, nämlich die für Platz VI, XV, XIV, XXII, wo wir ein negatives Resultat erhalten, ferner für Platz XX und XXVIII, wo wir ein positives Resultat gewinnen, und endlich für Platz XIII, XXI und XXIX, wo sich ein unbestimmtes Resultat ergibt und der Platz auf der Grenze

der Brauchbarkeit liegt. In einem Falle, nämlich für Platz V versagt der Thornersche Apparat vollkommen, da kann sein Ergebnis absolut nicht zum Vergleich herangezogen werden. Bei der Berücksichtigung dieser Durchschnittsresultate würden wir also zu dem Ergebnis gelangen, daß in 12 von 13 Fällen der Thornersche Apparat Resultate anzeigt, die mit denen des Moritz-Weberschen Apparates sich vergleichen lassen und ihnen analog sind, nämlich in 7 negativen, in 3 unbestimmten und in 2 positiven Fällen. In den drei unbestimmten Fällen gibt die Untersuchung mit dem Moritz-Weberschen Apparat den Ausschlag. Auch für den Platz V, der nicht auf der Grenze der Beleuchtung liegt, bei dem wir aber trotzdem mit dem Thornerschen Apparat ein unbestimmtes Resultat erhielten, wäre der Moritz-Webersche Apparat anzuwenden.

Es würde demnach der Thornersche Apparat unter folgenden Einschränkungen für Tageslichtmessungen zu gebrauchen sein:

1. Es müssen im allgemeinen eine Reihe von Versuchen, mindestens zehn, an verschiedenen Tagen gemacht werden.

Das ist besonders für die auf der Grenze der Beleuchtung liegenden Plätze erforderlich, welche also jenseits der durch die Gleichung $h = 2b - \frac{2b}{5}$ bestimmten Grenzlinie liegen, während für ganz sichere in den ersten Reihen am Fenster und diesseits dieser Grenzlinie gelegene Plätze natürlich eine einzige Messung genügt.

2. Wenn sich ein eindeutiges positives oder negatives Resultat ergibt, so ist dieses maßgebend. Wenn sich kein eindeutiges Resultat ergibt, so kann das Durchschnittsresultat benutzt werden, falls dasselbe positiv oder negativ ist.

3. Wenn sich dagegen ein eindeutiges unbestimmtes oder ein unbestimmtes Durchschnittsresultat ergibt, so ist der Moritz-Webersche Apparat zum Vergleich heranzuziehen und seine Angabe als entscheidend und bestimmend für die Beurteilung des Platzes anzusehen.

Bei Beobachtung dieser Regeln und bei Benutzung der mit dem Moritz-Weberschen Apparat ermittelten Resultate würde sich ergeben, daß von den 40 Plätzen der Quarta M des Friedrichs-Gymnasiums zu Berlin 22 als genügend, 18 als nicht hinreichend beleuchtet bezeichnet werden müßten, wie ich das in der Anlage 3 durch ein hinter die Platznummer gesetztes Plus oder Minus zur Anschauung gebracht habe. Von den 22 genügend beleuchteten Plätzen befinden sich 20 in den ersten 4 an der Fensterseite gelegenen Sitzreihen, 2 kommen auf die 5. Sitzreihe, die übrigen Plätze der 5., sowie die der 6., 7. und 8. Sitzreihe sind nicht genügend belichtet (vgl. Anlage 3).

Die Gründe, die dafür maßgebend sind, daß mit dem Thornerschen Apparat häufig nicht eindeutige Angaben erzielt werden, sind meines Erachtens folgende. Die Helligkeit des Bildes hängt nur ab von der Helligkeit des Himmelsstückes, von welchem der Planspiegel mittels der Konvexlinse ein Bild in ihrem Brennpunkte entwirft. Dagegen hängt die Helligkeit des Platzes außer von diesem Faktor noch erstens von dem direkten Licht des übrigen von dem Platz aus sichtbaren Himmelsstückes und zweitens von dem reflektierten Licht gegenüberstehender Häuser und anderer Objekte ab, das in seinem Betrage sehr schwankend und sehr wechselnd sein kann, je nach der Helligkeit des übrigen von dem Platz aus nicht sichtbaren Stückes des Himmelsgewölbes. Für auf der Grenze einer hinreichenden Beleuchtung liegende Plätze wird zwar die erste Quote dann nicht in Betracht kommen, wenn wir es nur mit einem einzigen Fenster von geringer Breitenausdehnung zu tun haben, weil dann das gesamte sichtbare Himmelsstück im Brennpunkte abgebildet werden kann, wohl aber kann das reflektierte Licht sich sehr veränderlich verhalten, je nach der mannigfaltigen Beschaffenheit der Bewölkung des übrigen Himmels. Bei anderen besser beleuchteten Plätzen kann sich sowohl die erste als auch die zweite Quote durchaus verändern. So wird es erklärlich, daß die Helligkeit des Bildes und des Platzes häufig nicht parallel verlaufen und sich also häufig nicht proportional ändern. Die Thornerschen Angaben sind mithin vom Wetter abhängig, und der Thornersche Apparat nimmt daher eine Mittelstellung ein zwischen den Apparaten, mit denen Momentanbestimmungen ausgeführt werden und denen, durch welche die Beleuchtungsverhältnisse ermittelt werden.

Die wichtigsten Eigenschaften des Moritz-Weberschen Apparates lassen sich auf Grund der vorhergehenden Untersuchungen kurz wie folgt wiedergeben:

1. Die Angaben des Moritz-Weberschen Raumwinkelmessers sind eindeutig und bei verschiedenen Beobachtungen nur mit einem geringen Fehler behaftet. Ihrer theoretischen Grundlage zufolge geben sie ein sicheres Maß für die Größe der Helligkeit eines Platzes, und daher ist die Konstruktion des Moritz-Weberschen Apparates als ein bedeutsamer Fortschritt gegenüber dem älteren Weberschen Raumwinkelmesser anzusehen.

Bei präziser technischer Ausführung des Ansatzrohres, des Fernrohres, des Spiegels, sowie der horizontalen und vertikalen Drehvorrichtung läßt sich mit ihm sowohl auf einer horizontalen als auch auf einer geneigten Unterlage der reduzierte Raumwinkel zeichnerisch genau bestimmen.

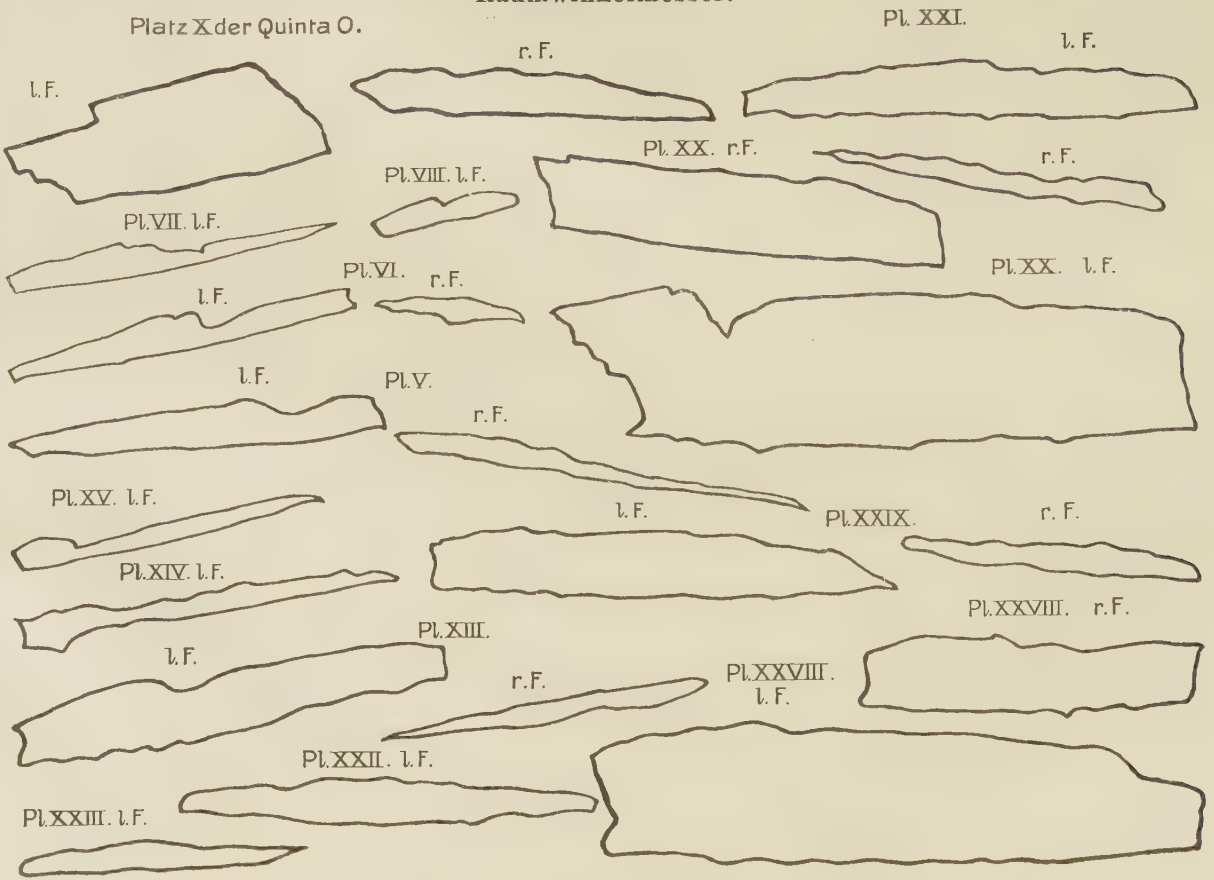
Die entstehenden Figuren sind nicht umgekehrte Bilder im Sinne der Optik, aber die oberen Grenzen der Himmelsfläche werden auf der Zeichnung die unteren und umgekehrt.

2. Der Moritz-Webersche Apparat ist weit schwieriger zu handhaben, weil er häufig um eine horizontale und vertikale Achse gleichzeitig gedreht werden muß, um die Visierlinie des Fernrohres richtig einzustellen. Die Führung des Fernrohres sowohl als auch des Zeichenstiftes, der häufig bei Beschreibung vertikal und schräg verlaufender Linien hängen bleibt, erfordert mithin einige Übung.

Anlage 1. **Reduzierte Raumwinkel von 13 Plätzen der Quarta M und eines Platzes der Quinta O des Friedrich-Gymnasiums zu Berlin, aufgenommen mit dem Moritz-Weberschen Universal-Raumwinkelmesser.**

Erläuterungen:

Die römischen Ziffern geben Plätze der Quarta M an. *l. F.* und *r. F.* geben die reduzierten Raumwinkel des linken bzw. rechten Fensters an. Wenn bei einem Platze nur 1 Fenster bezeichnet ist, so heißt das, daß von ihm aus gesehen durch das andere Fenster der Himmel nicht sichtbar ist.



Anlage 2.

Sechs Aufnahmen in

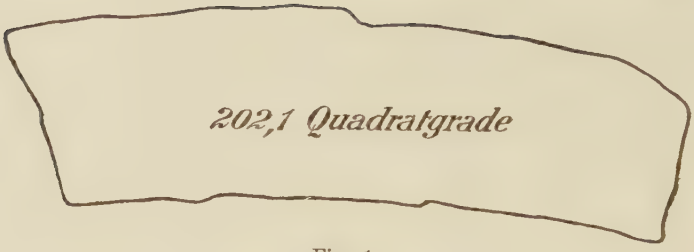


Fig. 1.
Horizontale Lage. 1. Aufnahme.

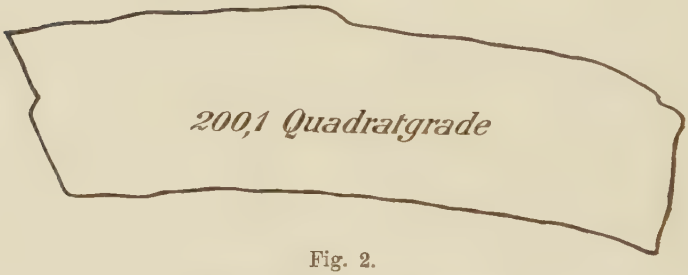


Fig. 2.
Horizontale Lage. 2. Aufnahme.

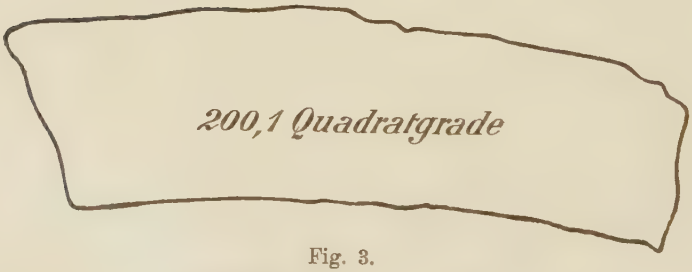


Fig. 3.
Horizontale Lage. 3. Aufnahme.

Erläuterungen:

Figg. 1 bis 3 stellen die reduzierten Raumwinkel ein und desselben Platzes dar, wenn das Zeichenbrett des Moritz-Weberschen Apparates horizontal lag.

meinem Wohnzimmer.

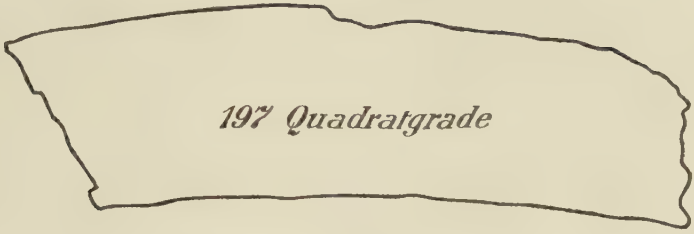


Fig. 4.
Schräge Lage. 1. Aufnahme.

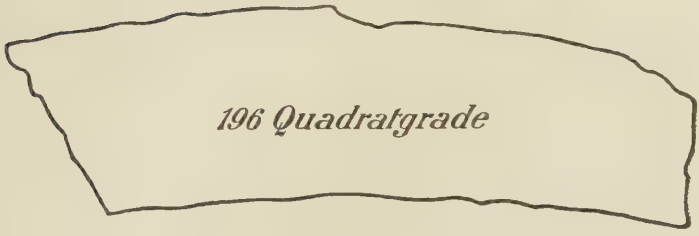


Fig. 5.
Schräge Lage. 2. Aufnahme.

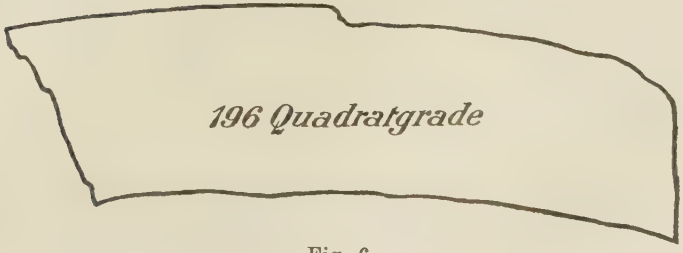


Fig. 6.
Schräge Lage. 3. Aufnahme.

Erläuterungen:

Figg. 4 bis 6 stellen die reduzierten Raumwinkel eines in derselben Vertikalen gelegenen Platzes dar, wenn das Zeichenbrett um ungefähr 5 Grad gegen die Horizontalebene nach dem Beschauer hin geneigt war.

Untersuchung der Plätze der Quarta M des Friedrichs-Gymnasium

Anlage 3. **bis 12. No**

Vorderste Reihe	29. | 31. | 1. | 2.+ 3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | I+	29. | 31. | 1.+2.+ 3. | 4. | 5. | 7.+8. | 9. | 10.+ 11.+ 12.+ II +	29. | 31.+1 +2.+ 3.+4.+5. | 7.+8. | 9. | 10.+ 11.+ 12.+ III +	29.+31.+1.+2.+3.+ 4.+5.+7.+8.+9.+ 10.+ 11.+ 12.+ IV +
Zweite Reihe	29. | 31. | 1.+2. | 3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | IX +	29. | 31.+1.+2.+3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | X +	29.+31.+1.+2.+3.+ 4.+5.+7.+8.+9.+ 10.+ 11. | 12.+ XI +	29.+31.+1.+2.+3.+ 4.+5.+7.+8.+9.+ 10.+ 11.+ 12.+ XII +
Dritte Reihe	29. | 31. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | XVII +	29. | 31.+1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12.+ XVIII +	29. | 31.+1. | 2. | 3.+ 4. | 5. | 7. | 8.+9.+ 10.+11. | 12 . + XIX +	29 | 31 ? 1+2+3+ 4.+5. | 7.+8.+9.+ 10.+ 11.+ 12.? XX + etwa 200 Q.-Gr.
Vierte Reihe	29. | 31. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | XXV +	29. | 31.+1. | 2.+3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | XXVI +	29.+31.+1.+2.+3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9.+ 10.+ 11.+ 12.+ XXVII +	29.+31.? 1.+2.? 3.+ 4.+5.+7.+8.+9.+ 10.? 11.+ 12.+ XXVIII. + etwa 150 Q.-Gr.
Letzte Reihe	29. | 31.+1. | 2.+3. | 4. | 5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | XXXIII. +	29. | 31.+1. | 2.+3. | 4.+5. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | XXXIV +	29.+31.+1.+2.? 3.+ 4.+5.+7.+8.+9.+ 10.+ 11.+ 12.+ XXXV +	29.+ 31? 1.+2? 3.+ 4.? 5.+ 7.+ 8.+ 9.+ 10.+ 11.+ 12.+ XXXVI +
	Fensterseite			Gang

Beobachtung des Wetters und der Himmelsbeleuchtung

Sonnabend, den 29. X. 1 h. Klarer blauer Himmel, Sonne schien auf einige Plätze.
Dienstag, den 1. XI. 1 h. Trübes Wetter, es regnete ziemlich stark.
Donnerstag, den 3. XI. 1 h. Wolkiger Himmel, nur wenige lichte Stellen.
Sonnabend, den 5. XI. 1 h. Klarer blauer Himmel, vereinzelte helle Wolken, Sonne schien auf einige Bänke.
Dienstag, d. 8. XI. 1 h. Trüber Himmel, Bewölk. nicht gleichmäß., einige lichte u. blaue Stellen.
Donnerstag, den 10. XI. 3 h. Trüber Himmel, Bewölkung gleichmäßig grau.
Sonnabend, den 12. XI. 1 h. Trüber Himmel, Bewölkung ziemlich gleichmäßig grau.

Erläuterungen: | bedeutet sehr hell, +. hell, ? unbestimmt, — dunkel. Die Zahlen meter ermittelten und auf Quadratgrade reduzierten Inhalte der entsprechenden Figuren der ihm aus der Himmel nicht sichtbar ist. Ein Plus oder Minus hinter dem Platz bedeutet

zu Berlin mit dem Thornerschen Helligkeitsprüfer vom 29. Oktober vember 1910.

29.+ 31.? 1.? 2 ? 3.? 4.+5.+7.? 8.+ 9.+ 10.? 11.? 12.? V — 28·9 Q.-Gr.	29.? 31.—1.—2.— 3.— 4.? 5.? 7.— 8.? 9.? 10.— 11.? 12.— VI — 15·5 Q.-Gr.	29.— 31.— 1.— 2.— 3.— 4.— 5.— 7.— 8.— 9.— 10.— 11.— 12.— VII — 11·3 Q.-Gr.	29.— 31.— 1.— 2.— 3.— 4.— 5.— 7.— 8.— 9.— 10.— 11.— 12.— VIII — 3·1 Q.-Gr.
29.? 31.— 1.? 2.? 3.? 4.? 5.+ 7.? 8 + 9.? 10.— 11.? 12.? XIII — 43·3 Q.-Gr.	29.— 31.— 1.— 2.—. 3.— 4.— 5.? 7.— 8.? 9.? 10.— 11.— 12.— XIV — 12·4 Q.-Gr.	29.— 31.— 1.— 2.— 3.— 4.— 5.? 7.— 8.? 9.— 10.— 11.— 12.— XV — 5·2 Q.-Gr.	29.0 31.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 XVI — 0
29.+ 31.— 1.— 2.? 3.? 4.? 5.+ 7.? 8.+ 9.? 10.? 11.? 12.? XXI + 53·6 Q.-Gr.	29.? 31.—1.— 2.—3.— 4.— 5.+ 7.— 8.? 9.? 10.— 11.— 12.— XXII — 19·6 Q.-Gr.	29.— 31.— 1.— 2.— 3.— 4.— 5.? 7.— 8.— 9.— 10.— 11.— 12.— XXIII — 10·3 Q.-Gr.	29.0 31.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 XXIV — 0
29.? 31.— 1.? 2.? 3+ 4.? 5.+ 7.? 8.+ 9.? 10.— 11.? 12.? XXIX + 54·7 Q.-Gr.	29.— 31.— 1.— 2.— 3.— 4.— 5.? 7.— 8.? 9.? 10.— 11.— 12.— XXX —	29.— 31.— 1.— 2.— 3.— 4.— 5.? 7.— 8.— 9.— 10.— 11.— 12.— XXXI —	29.0 31.0 1.0 2.0 3·0 4.0 5.0 7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 XXXII — 0
29.+ 31.— 1.— 2.— 3.? 4.— 5.+ 7.? 8.+ 9.+ 10.— 11.— 12.— XXXVII —	29.? 31.— 1.— 2.— 3.— 4.— 5.? 7.— 8.? 9.— 10.— 11.— 12.— XXXVIII —	29.— 31.— 1.— 2.— 3.— 4.— 5.— 7.— 8.— 9.— 10.— 11.— 12.— XXXIX —	29.0 31.0 1.0 2.0 3.0 4 0 5.0 7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 XL — 0
Gang			Wandseite

vom 29. Oktober bis 12. November 1910.

Montag, den 31. X. $1^{1}/_{2}{}^{h}$. Himmel ziemlich gleichmäßig bewölkt. Wetter trüb.
Mittwoch, den 2. XI. 1^{h}. Himmel ungleichmäßig bewölkt, Wolken jagten am Himmel, vereinzelte blaue Stellen.
Freitag, den 4. XI. 2^{h}. Trübes Wetter, Himmel gleichmäßig bewölkt.
Montag, den 7. XI. 2^{h}. Trübes Wetter, aber Himmel nicht gleichmäßig bewölkt.
Mittwoch, den 9. XI. 2^{h}. Trüber Himmel, Bewölkung ungleichmäßig grau.
Freitag, den 11. XI. 11^{h}. Trüber Himmel, Bewölkung gleichmäßig grau.

unter den römischen Ziffern, welche die Plätze angeben, bedeuten die mit einem Polarplani- Anlage 1. 0 bedeutet, daß an dem Platze der reduzierte Raumwinkel Null ist, also von genügende bzw. nicht hinreichende Beleuchtung.

Lebenslauf.

Ich, August Karl Franz, bin am 22. April 1868 zu Nicolausberg bei Göttingen geboren und bin evangelischer Konfession. Mein Vater, der Gerichtsvollzieher in Bernburg war, starb daselbst am 23. Juni 1904. Ostern 1888 legte ich die Reifeprüfung am Carolinum zu Bernburg ab und diente vom 1. April 1888 bis eben dahin 1889 in Göttingen, später erwarb ich die Qualifikation zum Reserveoffizier. Von Ostern 1891 an studierte ich an der Universität Berlin Mathematik und Naturwissenschaften, sowie Philosophie und legte daselbst im Jahre 1897 die Prüfung pro facultate docendi ab. Im Dezember 1898 promovierte ich in Halle auf Grund einer mathematischen Dissertation: „Untersuchungen über die lineare homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung der Fuchsschen Klasse mit drei im Endlichen gelegenen singulären Stellen.“ Am 12. Juli 1900 verheiratete ich mich mit Frl. Charlotte Kase. Ostern 1901 wurde ich als Oberlehrer am Friedrichs-Gymnasium zu Berlin angestellt und bekleide noch heute dieses Amt. Von Michaelis 1903 an studierte ich nach Rücksprache und mit Zustimmung des Hrn. Geh. Medizinalrats Prof. Dr. Waldeyer neben meinem Amt in Berlin Medizin, legte im Jahre 1905 die ärztliche Vorprüfung und im Jahre 1908 die ärztliche Staatsprüfung ab. Während der Zeit meines medizinischen Studiums war ich 3 Jahre beurlaubt, davon die letzten beiden Jahre auf Antrag des verstorbenen Ministerialdirektors im preußischen Kultusministerium, Althoff. Von Michaelis 1908 bis ebendahin 1909 leistete ich am St. Hedwigskrankenhause zu Berlin auf der inneren Station mein praktisches Jahr ab und am 30. August 1910 wurde mir die Approbation als Arzt erteilt.